

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Sejarah Mesin Diesel

Mesin ini ditemukan pada tahun 1892 oleh Rudolf Diesel, yang menerima paten pada 23 Februari 1893. Diesel menginginkan sebuah mesin untuk dapat digunakan dengan berbagai macam bahan bakar termasuk debu batu bara. Dia mempertunjukkannya pada *Exposition Universelle* (Pameran Dunia) tahun 1900 dengan menggunakan minyak kacang. Mesin ini kemudian diperbaiki dan disempurnakan oleh Charles F. Kettering.



Gambar 2.1 Rudolf Diesel

<http://jendohotomotif.wordpress.com/category/uncategorized/>

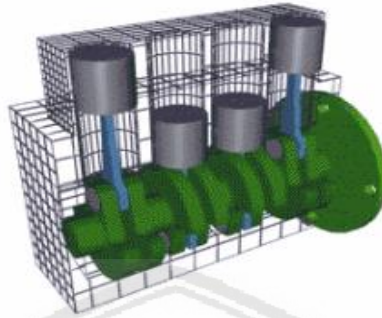
2.2 Prinsip Kerja Mesin Diesel

Motor bakar diesel biasa disebut juga dengan mesin diesel (atau mesin pemicu kompresi) adalah motor bakar pembakaran dalam yang menggunakan panas kompresi untuk menciptakan penyalaan dan membakar bahan bakar yang telah diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Mesin ini tidak menggunakan busi seperti mesin bensin atau mesin gas. Panas dihasilkan karena adanya tekanan yang dihasilkan oleh piston pada langkah kompresi di dalam silinder sehingga mampu meningkatkan suhu pada ruang bakar, maka bahan bakar akan terbakar dengan sendirinya.

Pada motor diesel yang di hisap oleh torak dan dimasukkan kedalam ruang bakar hanya udara, yang selanjutnya udara tersebut dikompresikan sampai mencapai suhu dan tekanan yang tinggi. Beberapa saat sebelum torak mencapai titik mati atas (TMA) bahan bakar solar diinjeksikan ke dalam ruang bakar. Dengan suhu dan tekanan udara dalam silinder yang cukup tinggi maka partikel-partikel bahan bakar akan menyala dengan sendirinya sehingga membentuk proses pembakaran. Agar bahan bakar solar dapat terbakar sendiri, maka diperlukan rasio kompresi 15-22 dan suhu udara kompresi kira-kira 600°C.

2.3 Macam-macam Bentuk Susunan Silinder Mesin Diesel

1) Bentuk Mesin Satu Garis (*inline*)



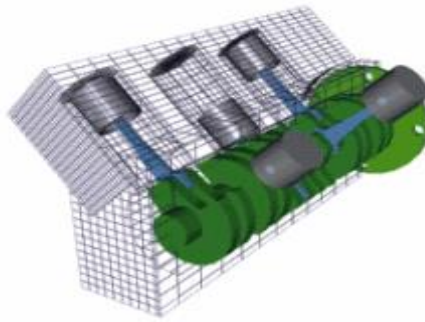
Gambar 2.2 Mesin diesel satu garis (*inline*)

<http://domsavmania.wordpress.com/materi-dan-buku-teknik-mesin/motor-bakar/susunan-silinder/>

Jenis mesin diesel ini merupakan pengeturan yang paling sederhana, dengan semua silinder sejajar, satu garis (*inline*) seperti dalam gambar 1-2. Konstruksi ini biasa digunakan untuk mesin diesel yang mempunyai silinder sampai delapan. Konfigurasi seperti ini, mesin cukup menggunakan satu poros engkol dan satu garis kepala silinder.

2) Bentuk Mesin V

Silinder disusun ke dalam 2 bentuk, bentuk bersudut 60 atau 90 derajat. Mesin ini menggunakan satu poros engkol. Masing-masing jurnal poros engkol digunakan untuk memasang 2 batang piston.

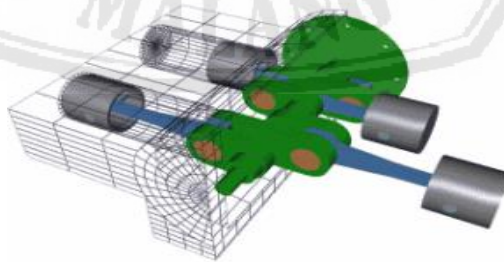


Gambar 2.3 Mesin diesel bentuk V

<http://domsavmania.wordpress.com/materi-dan-buku-teknik-mesin/motor-bakar/susunan-silinder/>

3) Bentuk saling berhadapan

Tipe ini menjadi superior dalam hal getaran dibanding mesin *in-line*, tetapi memiliki kelemahan, dikarenakan memiliki 2 ruang silinder sehingga membutuhkan 2 kali jumlah *camshaft*. Dapat pula digambarkan sebagai mesin V 180 derajat dimana silinder yang berlawanan dihubungkan dengan satu tap engkol atau engkol yang berbeda.

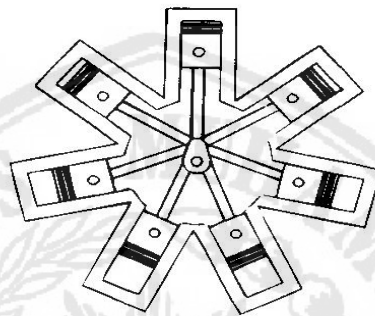


Gambar 2.4 Bentuk mesin saling berhadapan

<http://domsavmania.wordpress.com/materi-dan-buku-teknik-mesin/motor-bakar/susunan-silinder/>

4) Bentuk Mesin Radial

Mesin radial adalah konfigurasi mesin pembakaran dalam dimana silinder mengarah keluar dari titik pusat poros engkol seperti halnya ruji pada sebuah roda. Konfigurasi ini merupakan mesin torak, dan sering digunakan pada mesin pesawat terbang sebelum digantikan oleh mesin turbo.

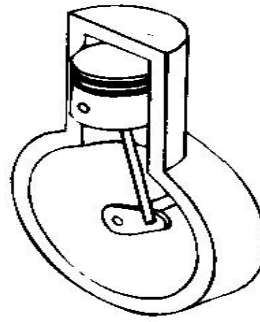


Gambar 2.5 Bentuk mesin radial

(Williard W. Pulkrabek:36)

5). Bentuk mesin single cylinder

Mesin 1 silinder adalah dimana mesin hanya mempunyai 1 piston dengan kapasitas kecil, untuk menghidupan mesin ini ada yang menggunakan elektrik starter dan ada yang tidak elektrik starter melainkan menggunakan tali untuk memutar fly wheel. Biasanya mesin ini digunakan untuk suatu pekerjaan yang ringan. Seperti mesin



Gambar 2.6 Bentuk mesin single cylinder

(Williard W. Pulkrabek:36)

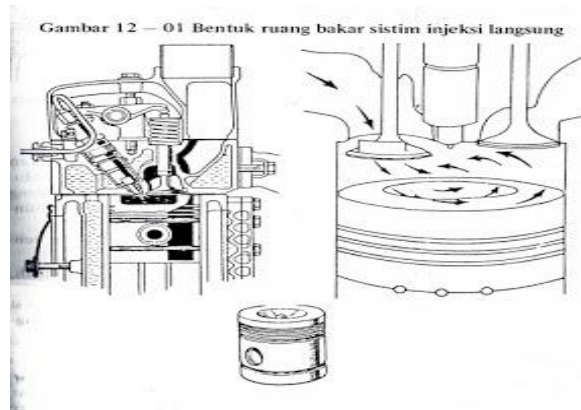
2.4 Ruang Bakar Mesin Diesel

Ruang bakar pada motor diesel lebih rumit dibanding ruang bakar motor bensin. Bentuk ruang bakar pada motor diesel sangat menentukan kemampuan mesin, sebab ruang bakar tersebut direncanakan dengan tujuan agar campuran udara dan bahan bakar menjadi homogen dan mudah terbakar sekaligus.

2.4.1 Macam-macam Bentuk Ruang Bakar Mesin Diesel

1) Tipe ruang bakar sistem injeksi langsung langsung (*direct combustion chamber*)

Injection Nozzel menyembrotkan bahan bakar langsung ke ruang bakar utama (*main combustion*) yang terdapat diantara *cylinder head* dan piston. Ruang yang ada pada bagian atas piston merupakan salah satu bentuk yang dirancang untuk meningkatkan efisiensi pembakaran.



Gambar 2.7 Tipe ruang bakar langsung

<http://ki-tapunya.blogspot.com/2014/01/macam-ruang-bakar-mesin-diesel.html>

Jenis-jenis ruang bakar sistim injeksi langsung dibedakan menjadi 3 bentuk antara lain.

- a) Bentuk hati
- b) Bentuk setengah bulat
- c) Bentuk bulat



Gambar 2.8 Jenis-jenis bentuk ruang bakar

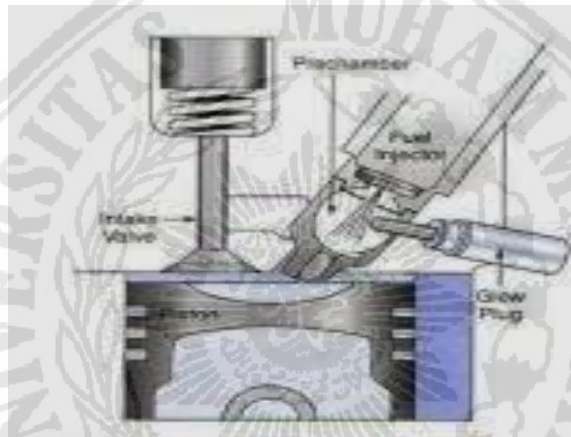
<http://ki-tapunya.blogspot.com/2014/01/macam-ruang-bakar-mesin-diesel.html>

- 2) Tipe ruang bakar tambahan injeksi tidak langsung (*auxiliary combustion chamber*)

Berdasarkan konstruksi dan bentuknya ruang bakar bantu dapat diklasifikasikan menjadi 3 diantaranya.

a) Ruang bakar kamar muka (*precombustion chamber*)

Dalam ruang bakar ini bahan bakar solar disemprotkan ke dalam ruang bakar muka oleh *nozzle* injeksi. Sebagian bahan bakar yang tidak terbakar di ruang bakar muka di dorong melalui saluran kecil antara ruang bakar muka dan ruang bakar utama. Percampuran yang baik dan terbakar seluruhnya berada pada ruang baka utama.

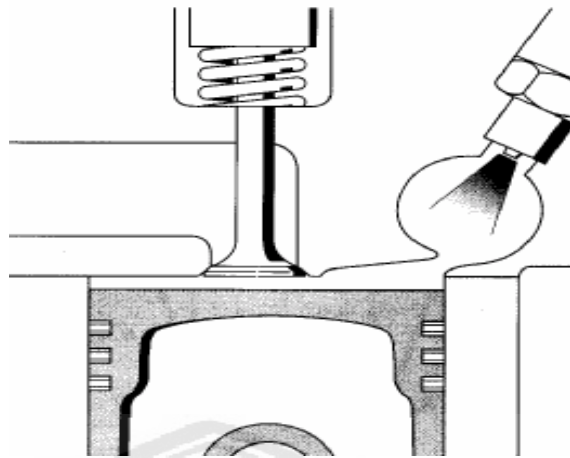


Gambar 2.9 Ruang bakar kamar muka

<http://ki-tapunya.blogspot.com/2014/01/macam-ruang-bakar-mesin-diesel.html>

b) Ruang bakar pusar (*swirl chamber*)

Ruang bakar model pusar ini berbentuk bundar. Ketika torak memampatkan udara, sebagai udara yang masuk kedalam ruang bakar pusar dan membuat aliran turbelensi. Bahan bakar diinjeksikan ke dalam udara turbelensi dan terbakar di dalam ruang bakar pusar. Tetapi sebagian bahan bakar yang belum terbakar masuk keruang bakar utama melalui saluran tersebut. Selanjutnya campuran tersebut akan terbakar diruang bakar utama.

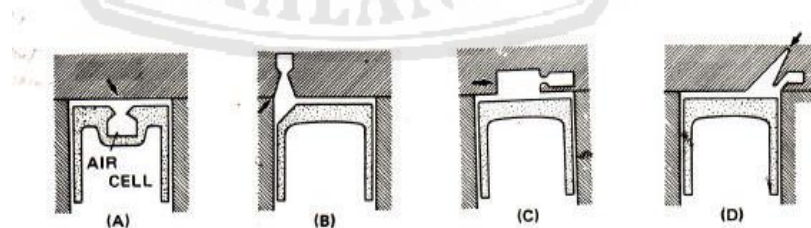


Gambar 2.10 Ruang bakar pusar

<http://ki-tapunya.blogspot.com/2014/01/macam-ruang-bakar-mesin-diesel.html>

c) Ruang bakar air cell

Pada ruang bakar *air cell* ini bahan bakar disemprotkan langsung ke dalam *air cell* dan terbakar langsung di ruang bakar utama. Sebagian bahan bakar yang di semprotkan ke *air cell* terbakar, dan mengakibatkan tekanan dalam *air cell* bertambah. Bila torak bergerak ke TMB udara dalam *air cell* keluar ke ruang bakar utama membantu menyempurnakan pembakaran.



Gambar 2.11 Ruang bakar air cell

<http://ki-tapunya.blogspot.com/2014/01/macam-ruang-bakar-mesin-diesel.html>

2.5 Sistem Bahan Bakar Diesel

Sistem bahan bakar diesel yang masih menggunakan *water sendimeter* yang sekarang telah diganti dengan racor, dan system ini merupakan *system* dari mesin FIP (Fuel Injection Pump). *System* bahan bakar diesel bermula dari tangki bahan bakar yang ditekan oleh injection pump dan di injeksikan ke dalam silinder melalui *injector*. Bermula dari tangki bahan bakar, kemudian di pompa oleh priming *pump*, setelah itu akan di saring oleh *water sedimenter* yang berguna untuk memisahkan bahan bakar dengan air.

Kemudian bahan bakar akan di saring kembali dengan *fuel filter* yang berguna untuk menyaring bahan bakar dari kotoran. Setelah itu bahan bakar akan di injeksi oleh *injection pump* yang selanjutnya bahan bakar akan di semprotkan ke ruang bakar melalui *injector nozzle* yang melewati pipa *delivery line*. Jika ada bahan bakar yang masih tersisa, maka bahan bakar akan di kembalikan ke tangki bahan bakar melalui *return line* (saluran pengembali).

2.5.1 Penyaluran Bahan Bakar Pada Mesin Diesel

Berdasarkan uraian tentang prinsip kerja mesin diesel yang membakar bahan bakar berdasarkan suhu kompresi secara bertahap, maka penyaluran bahan bakar pada mesin diesel harus memenuhi syarat yaitu.

- a) Mesin diesel harus mempunyai perbandingan kompresi yang tinggi agar mempunyai suhu dan tekanan kompresi yang tinggi sehingga mampu membakar bahan bakar yang diinjeksikan kedalam ruang bakar. Bahan bakar

mesin diesel mempunyai sifat titik nyalanya tinggi sehingga harus dibuat menjadi partikel atau butiran yang lebih kecil.

- b) Agar bahan bakar yang diinjeksikan ke dalam silinder mesin diesel dapat mudah terbakar maka diperlukan ruang bakar yang dapat memungkinkan bahan bakar dan udara dapat bercampur secara *homogeny* dalam bentuk partikel yang lebih kecil-kecil dari sebelumnya.
- c) Di samping mesin diesel harus memiliki ruang bakar yang memungkinkan atomisasi bahan bakar, maka bahan bakar yang disalurkan ke dalam ruang bakar harus dengan injeksi. Dengan injeksi maka bahan bakar akan berbentuk partikel-partikel atau butiran-butiran yang kecil. Oleh karena itu dalam mesin diesel diperlukan peralatan untuk injeksi yaitu pompa injeksi dan injector (pengabut). Pompa injeksi berfungsi menekan bahan bakar dari *tangkike injector*, sedangkan injector berfungsi menyemprotkan bahan bakar tepat waktu ketika diperlukan pada akhir langkah kompresi.

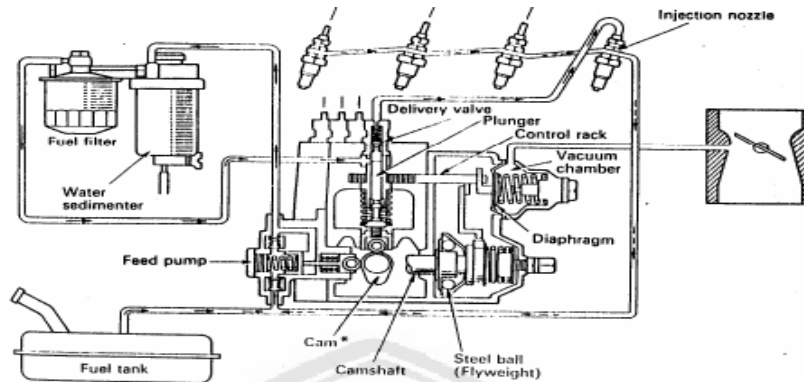
2.6 Sistem Injeksi Bahan Bakar Mesin Diesel

Suatu komponen yang berfungsi untuk mendistribusikan bahan bakar dengan tekanan tinggi kedalam masing- masing silinder melalui injektor sesuai jumlah yang di butuhkan dan waktu yang tepat serta urutan pembakaran.

2.6.1 Jenis Sistem Injeksi Bahan Bakar Mesin Diesel

Sistem injeksi bahan bakar mesin diesel dapat dibedakan menjadi 2 (dua) cara yaitu.

1) Sistem injeksi bahan bakar dengan pompa injeksi sebaris (*inline fuel injection pump*)



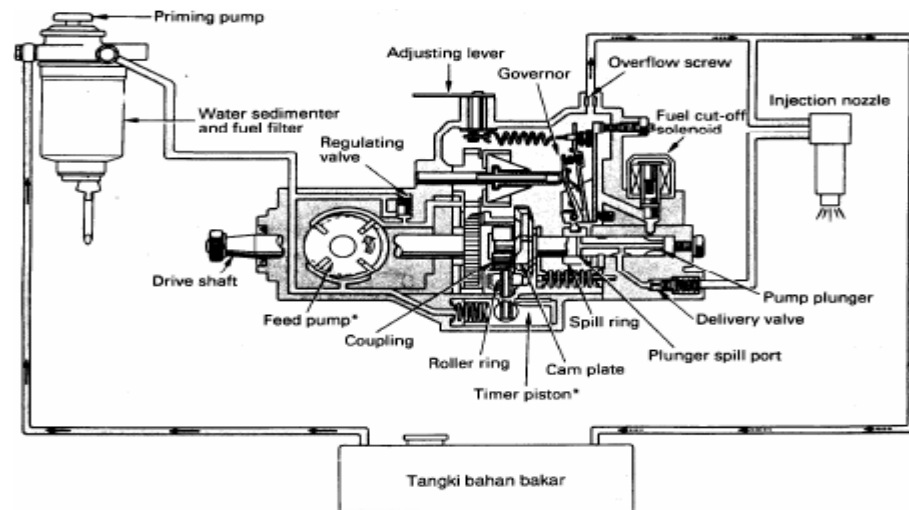
Gambar 2.12 Sistem pompa injeksi tipe inline

<http://saputranett.blogspot.com/2013/05/pompa-injeksi-mesin-diesel.html>

Pada sistem injeksi bahan bakar dengan pompa injeksi sebaris seperti di atas, terdiri dari empat elemen pompa yang melayani empat buah silinder. Dengan demikian tiap silinder mesin diesel akan dilayani oleh satu elemen pompa secara individual.

2) Sistem injeksi bahan bakar dengan pompa injeksi distributor

Pada sistem injeksi bahan bakar dengan pompa injeksi distributor, pompa injeksinya hanya memiliki satu buah elemen pompa. Dengan demikian satu elemen pompa akan melayani empat buah silinder mesin diesel melalui saluran distribusi pada pompa. Sebagai contoh sistem bahan bakar dengan pompa distributor.



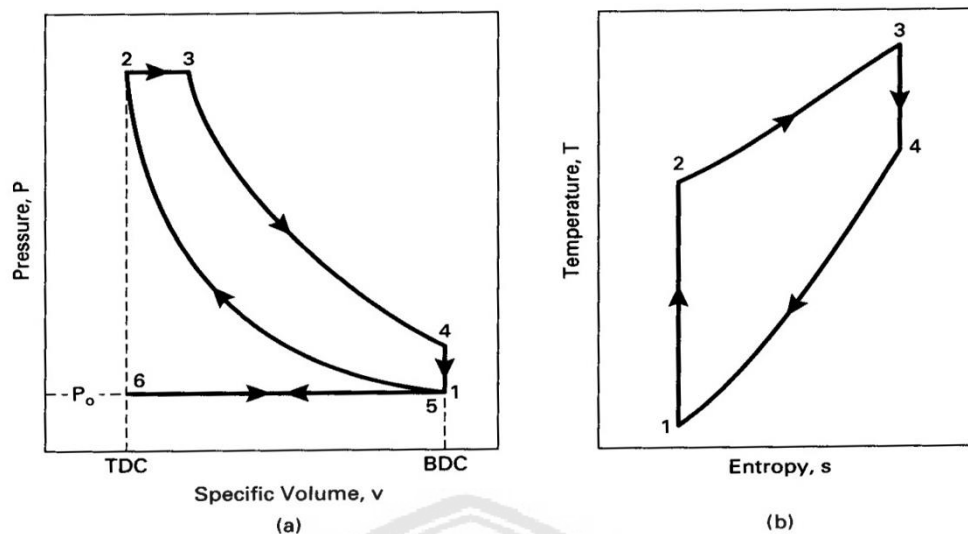
Gambar 2.13 Pompa injeksi distributor

<http://saputranett.blogspot.com/2013/05/pompa-injeksi-mesin-diesel.html>

2.7 Siklus diesel

Pada umumnya jenis motor bakar diesel dirancang untuk memenuhi siklus ideal diesel yaitu seperti siklus otto tetapi proses pemasukan kalornya dilakukan pada tekanan konstan. Perbedaannya mengenai pemasukan sebanyak qm pada siklus diesel dilaksanakan pada tekanan konstan.

Siklus diesel yang merupakan siklus dari mesin penyalan kompresi (*compression-ignition*) proses pembakarannya dimulai dari udara murni diisap dan dikompresi diatas *temperature* pembakaran bahan bakar. Jadi, pada mesin diesel tidak terdapat karburator dan busite tapi diganti oleh injector bahan bakar. Siklus motor diesel merupakan siklus udara pada tekanan konstan



Gambar 2.14 Diagram p-v t-s siklus diesel

http://eprints.undip.ac.id/41602/2/bab_1-3.pdf

- a) Langkah (0-1) adalah langkah hisap udara, pada tekanan konstan.
- b) Langkah (1-2) adalah langkah kompresi, pada keadaan isentropik.
- c) Langkah (2-3) adalah langkah pemasukan kalor, pada tekanan konstan.
- d) Langkah (3-4) adalah langkah ekspansi, pada keadaan isentropik.
- e) Langkah (4-1) adalah langkah pengeluaran kalor, pada tekanan konstan.
- f) Langkah (0-1) adalah langkah buang, pada tekanan konstan.

2.7.1 Berdasarkan Siklus Kerja Motor Diesel Dapat Dikategorikan Sebagai Berikut.

- 1) Motor Diesel 2 langkah

Jenis mesin termal yang menggunakan proses pembakaran internal (internal combustion engine) untuk mengubah energi yang tersimpan dalam ikatan kimia dari bahan bakar menjadi energi mekanik berdaya guna. Ini terjadi dalam

dua langkah: Pertama, bahan bakar akan bereaksi secara kimia atau pembakaran dan melepaskan energi dalam bentuk panas. Kedua panas menyebabkan gas yang terperangkap dalam silinder memuai dan pemuaian gas dibatasi oleh silinder menyebabkan piston bergerak memperluas ruang silinder



Gambar 2.15 Diagram p-v siklus diesel 2 langkah

http://eprints.undip.ac.id/41602/2/bab_1-3.pdf

Keterangan:

- a) 1-2 = Langkah kompresi tekanan bertambah,
- b) 2-3 = Pembakaran
- c) 3-4 = Langkah kerja
- d) 4-5 = Awal Pembuangan.
- e) 5-6 = Awal Pembilasan.
- f) 6-7= Akhir Pembilasan.

2) Motor Diesel memiliki 4 langkah

Dalam mesin 4 tak, camshaft (*noken as*) disesuaikan sehingga kecepatan putarnya hanya setengah dari kecepatan putar poros engkol atau 1 putaran

camshaft berbanding 2 putaran *crankshaft*. Ini artinya bahwa poros engkol harus membuat dua putaran lengkap sebelum noken as menyelesaikan satu putaran

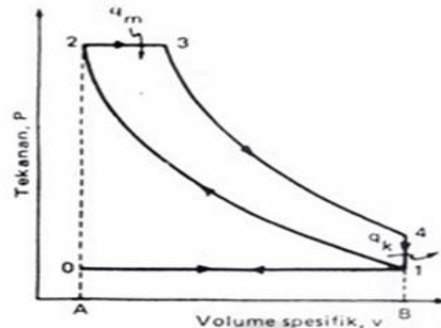


Diagram siklus diesel 4 langkah

Gambar 2.16 Diagram siklus diesel 4 langkah

http://eprints.undip.ac.id/41602/2/bab_1-3.pdf

Keterangan:

- 0-1 = Langkah hisap pada
- 1-2 = Langkah kompresi
- 2-3 = Pembakaran
- 3-4 = Langkah kerja P bertambah,
- 4-1 = Pengeluaran kalor sisapada
- 1-0 = Langkah buang pada

2.8 Sistem Pelumasan Pada Mesin Diesel

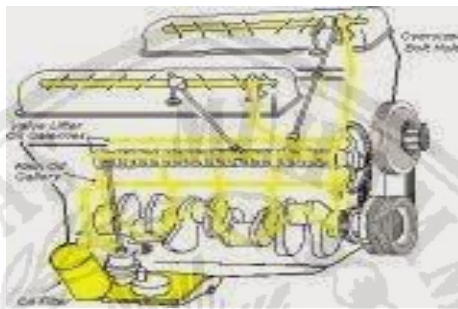
Mesin diesel relatif lebih banyak menghasilkan karbon dari pada mesin bensin selama pembakaran, jadi diperlukan *oil filter* (saringan oli) yang dirancang khusus. Sistem pelumasan mesin disel dilengkapi dengan pendingin oil (oil cooler) untuk mendinginkan minyak pelumas, karena mesin diesel temperatur kerjanya sangat tinggi dan bagian-bagian yang bergerak juga kerjanya lebih berat dari pada yang ada pada motor bensin. Motor diesel membutuhkan minyak

pelumas atau oli yang jenisnya berbeda dengan minyak pelumas pada mesin bensin.

2.8.1 Sistem Pelumasan Pada Motor Diesel dibedakan menjadi 2 antara lain:

1) Sistem pelumasan basah.

Di bawah ini merupakan penampung pelumas berada didalam mesin (Carter atau Crankcase).

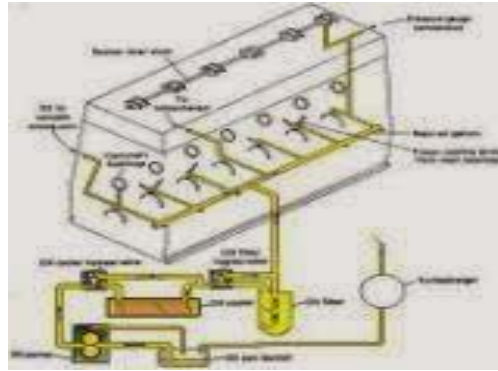


Gambar 2.17 pelumas basah

<http://ki-tapunya.blogspot.com/2013/12/sistem-pelumasan-mesin-diesel.html>

2) Sistem pelumasan kering.

Di bawah ini merupakan penampung pelumas berada diluar mesin (Sump Tank).



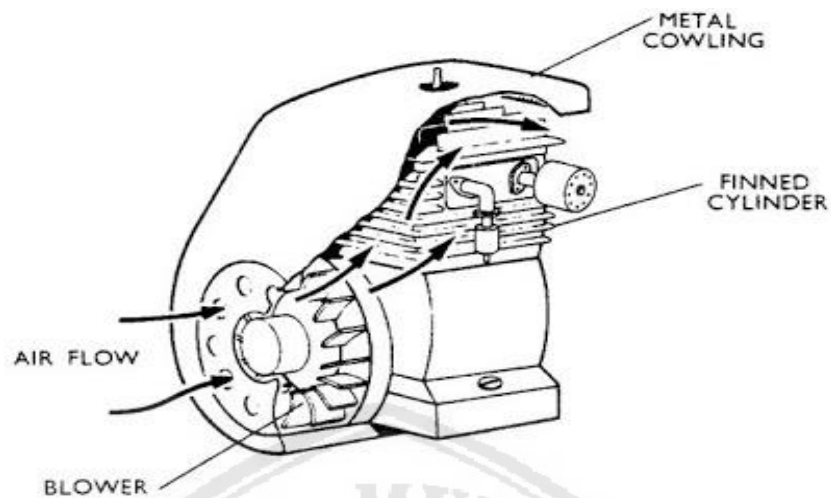
Gambar 2.18 Pelumas kering

<http://ki-tapunya.blogspot.com/2013/12/sistem-pelumasan-mesin-diesel.html>

2.9 Sistem Pendinginan

Sistem pendinginan berfungsi untuk mendinginkan mesin dan mencegah panas yang berlebihan. Umumnya mesin didinginkan oleh sistem pendinginan air dan udara. Oleh karena itu dalam proses pendinginan diperlukan media yang digunakan untuk memindahkan kalor tersebut. Adapun media pendingin yang digunakan adalah *fluida kompresibel* contohnya udara dan *fluida inkompresibel* contohnya air. Umumnya pendinginan dilakukan cukup dengan menggunakan satu jenis *fluida* saja, namun tak jarang pula digunakan *fluida* kerja lebih dari satu.

a) Pendingin udara

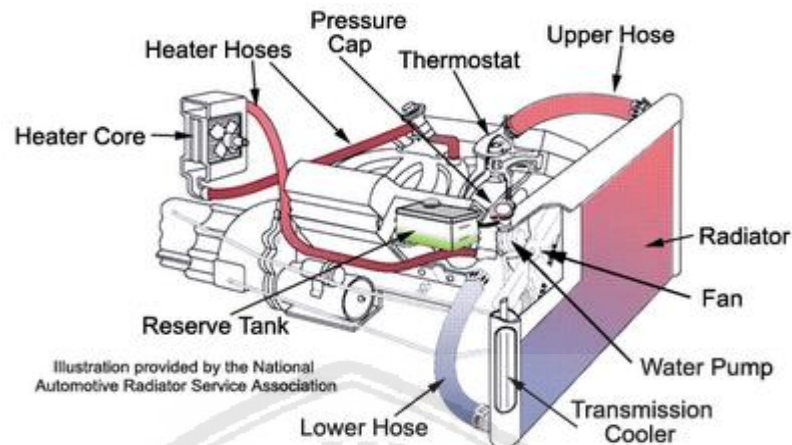


Gambar 2.19 Silinder mesin dengan sirip pendingin

<http://jendohotomotif.wordpress.com/category/uncategorized/>

Dalam sistem ini, panas mesin langsung dilepaskan ke udara. Mesin dengan sistem pendinginan udara mempunyai desain pada silinder mesin terdapat sirip pendingin. Sirip pendingin ini untuk memperluas bidang singgung antara mesin dengan udara sehingga pelepasan panas bisa berlangsung lebih cepat. Sebagian dilengkapi dengan kipas (kipas elektoris atau mekanis) untuk mengalirkan udara melalui sirip pendingin, sebagian yang lain tanpa menggunakan kipas.

2.9.1 Pendinginan air



Gambar 2.20 pendingin menggunakan media air

<http://buku-catatan-ardha.blogspot.com/2011/09/sistem-pendingin-mobil.html>

Sistem pendingin air adalah pendingin yang menggunakan air sebagai media pendingin. Untuk mendinginkan mesin dibuat rongga-rongga berisi yang disebut mantel air. Mantel air dihubungkan ke radiator oleh selang radiator. Selang bagian atas berfungsi mengalirkan air yang telah panas dari mantel air. Selang bagian bawah berfungsi mengalirkan air yang telah didinginkan oleh radiator ke mantel air. Pendinginan dilakukan oleh udara yang mengalir melalui radiator pada saat kendaraan bergerak, atau menggunakan *blower* untuk mesin *stationer*.

2.9.2 Sistem Gas Buang

Sistem pembuangan adalah saluran untuk membuang sisa hasil pembakaran pada mesin pembakaran dalam. Sistem pembuangan terdiri dari beberapa komponen, minimal terdiri dari satu pipa pembuangan. Di Indonesia dikenal juga sebagai knalpot yang merupakan kata serapan dari bahasa Belanda yang secara harfiah berarti saringan suara.

